

# DETEKSI SEMANGAT HIDUP SESEORANG MELALUI PENGENALAN POLA IRIS MATA BERBASIS ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

**Moch.Rochmad**

Jurusan Teknik Elektronika

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus PENS-ITS, Jl. Raya ITS, Sukolilo Surabaya 60111

Telp : +62-031-5910040 Fax +62-31-5910040

e-mail: rochmad@eepis-its.edu

## Abstrak

*Iridologi merupakan satu kajian mengenai apa yang tergambar pada iris mata dan merupakan salah satu metode pengamatan terhadap semua perubahan yang terjadi didalam tubuh manusia. Di dalam iridologi terdapat bagan iridologi yang menunjukkan lokasi organ-organ pada tubuh manusia. Perubahan semangat hidup (Animation of Life) seseorang, dimana karakter atau sifat seseorang dapat diketahui melalui deteksi iris pada mata orang tersebut. Untuk mempermudah pendeteksian semangat hidup dari iris mata di buatlah program bantu.*

*Pendeteksian dengan menggunakan metoda Artificial Neural Network back propagation dari foto iris mata yang telah diambil terlebih dahulu.*

*Hasil program memberikan keputusan terhadap variasi dari definisi semangat hidup manusia.*

**Kata kunci:** *Iridologi, Iris Diagnosis, Iris Recognition, Image Prosesing, Artificial Neural Network*

## 1. PENDAHULUAN

Iridologi atau yang biasa disebut sebagai diagnosis iris adalah suatu metode kedokteran yang menyatakan bahwa tiap bagian pada tubuh dapat direpresentasikan dengan wilayah yang terdapat pada iris mata (bagian yang berwarna pada pupil). [1] [2] Pada salah satu buku kedokteran, jika terdapat tanda segitiga putih pada daerah mata yang sesuai, maka dapat diketahui bahwa orang tersebut menderita atau pernah menderita penyakit usus buntu (*Appendicitis*). Namun jika terdapat noda kecil berwarna hitam, maka dapat diindikasikan bahwa penyakit usus buntu tersebut telah disembuhkan melalui operasi

Salah satunya adalah tampak di sisi kiri dan sisi kanan mata pattern semangat hidup seseorang baik yang dari pembawaan (ciri keturunan) dan arena lingkungan. [2] Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi bagian semangat hidup dari iris mata dengan bantuan kecerdasan buatan. Sehingga hasil dari penelitian ini bermanfaat untuk ahli kesehatan (alternative) dan dokter sebagai deteksi awal.

Melalui iris mata dapat diketahui juga selain semangat hidup (*Animation Of Life*) seseorang. Tentang bagaimana kondisi psikologi seseorang, Kadar rangsangan seksualitas dapat juga dideteksi melalui diagnosis pada iris. Hal tersebut dapat diketahui dengan melihat atau mengamati tanda – tanda pada daerah tertentu pada iris mata sesuai dengan bagan iridologi (*Iridiology Chart*) [2][4][6].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengolahan Citra

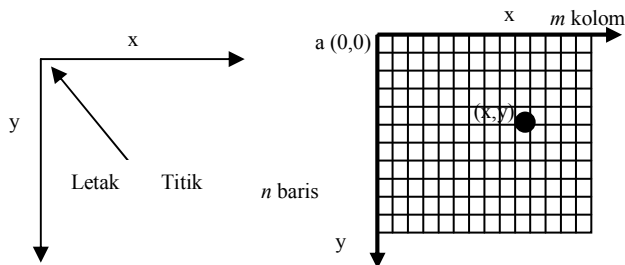
Image Processing atau yang biasa kita kenal dengan istilah pengolahan citra digital adalah salah satu bidang tersendiri yang cukup berkembang sejak orang mengerti bahwa komputer tidak hanya dapat mengangani data teks, tetapi juga data citra. Pengolahan citra adalah salah satu cabang dari ilmu [informatika](#). Pengolahan citra berkuat pada usaha untuk memanipulasi citra/gambar yang telah ada menjadi gambar lain dengan menggunakan suatu algoritma atau teknik tertentu [11]. Teknik – teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra yang lain, sementara tugas perbaikan informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritmanya. Bidang ini meliputi penajaman citra, menonjolkan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra yang tidak fokus atau kabur dan lain - lain. Algoritma pengolahan citra sangat berguna pada awal perkembangan sistem visual, biasanya digunakan untuk menajamkan atau mengambil informasi yang terkandung pada suatu citra.

Pengolahan citra digital sangat erat hubungannya dengan pengenalan pola atau Pattern Recognition, yaitu suatu proses atau rangkaian pekerjaan yang bertujuan mengklarifikasikan data numerik dan simbol. Dimana dengan pattern recognition ini, kita dapat mengenali suatu benda dengan mengekstraksi ciri dari benda tersebut.

## 2.2 Definisi Citra [11]

Citra adalah **gambar dua dimensi** yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi  $N$  baris dan  $M$  kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris  $n$  dan kolom  $m$  disebut dengan piksel  $[n,m]$ .

Berikut gambar yang menerangkan letak titik koordinat pada citra

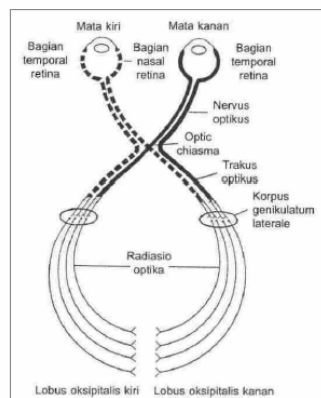


**Gambar 2.1.** Letak titik – titik pixel pada citra

## 2.3 Landasan Ilmiah Iridologi

Iridologi adalah ilmu pengetahuan dan praktik yang dapat mengungkapkan adanya peradangan (*inflamsi*), penimbunan toksin dalam jaringan, bendungan kelenjar (*congestion*), di mana lokasinya (pada organ mana), dan seberapa tingkat keparahan kondisinya (akut, subakut, kronis dan degeneratif). Intensitas perubahan atau penyimpangan organ – organ tubuh yang disebabkan gangguan penyakit terdata secara sistematis pada iris mata dan sekitarnya [3][4].

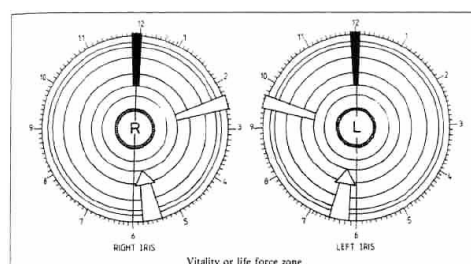
Berikut gambar yang menunjukkan adanya hubungan antara mata dengan sistem syaraf manusia



**Gambar 2.2 5** Pusat Irama Biologis pada Persilangan Saraf Mata[3]

## 2.4 Kadar Semangat Hidup

Menurut *Dr Farida Sachran* [1] disebutkan adanya korelasi atau hubungan antara zona otak pada iris mata dengan semangat hidup seseorang. Dimana zona otak yang terdapat pada iris tidak hanya berkorelasi dengan semangat hidup saja tapi juga berhubungan dengan hal – hal lain seperti kemampuan mental, kecakapan berbicara, tekanan ego, dan rangsangan seksualitas. Namun dalam pengerjaan penelitian ini yang dibahas adalah masalah pendeteksian semangat hidup seseorang saja.



**Gambar 2.3** Daerah Semangat Hidup [1]

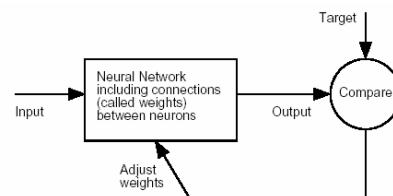
Pada Gambar diatas dapat diketahui bahwa daerah pada iris mata yang memiliki korelasi dengan semangat hidup seseorang terletak di tengah – tengah bagian atas iris mata, atau daerah yang diberi berwarna hitam. Masih menurut Dr Farida Sachran, hiperaktifitas atau semangat hidup seseorang ditandai dengan adanya perubahan warna atau kontur pada iris mata atau juga dapat ditengarai dengan adanya flek pada daerah tersebut Semakin tampak fleknya maka semakin rendah pula kadar semangat hidupnya.

## 2.5 Artificial Neural Network[10]

Jaringan saraf tiruan (JST) atau umumnya hanya disebut *Artificial Neural Network (ANN)*, adalah sekelompok jaringan saraf (*neuron*) buatan yang menggunakan model matematis atau komputasi untuk pemrosesan informasi berdasarkan pendekatan terhubung pada komputasi. Pada kebanyakan kasus, JST merupakan sistem adaptif yang merubah strukturnya berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut [12]. Istilah yang lebih praktis untuk jaringan syaraf adalah bahwa dia merupakan alat pemodelan data statistik non-linier. JST dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola data Elemen yang paling mendasar dari jaringan syaraf adalah sel syaraf. Suatu jaringan syaraf tiruan memproses sejumlah besar informasi secara paralel dan terdistribusi, hal ini terinspirasi oleh model kerja otak biologis. Adapun proses dalam NN itu sendiri ada 2 yaitu proses Merambat Maju (Forward) dan Merambat Balik (Backpropagation). Dimana untuk proses merambat maju, JST digunakan untuk mengenali ada atau tidaknya, atau juga ciri – ciri tertentu pada image atau bisa disebut proses *mapping*. Sedangkan metode merambat balik digunakan sebagai metode pembelajaran atau *learning*.

Keuntungan menggunakan JST:

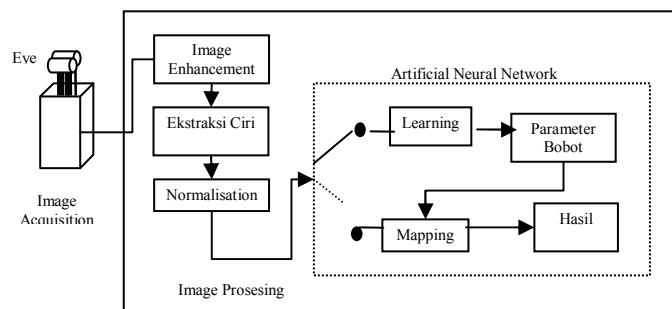
1. Adaptive Learning  
Suatu kemampuan untuk belajar tentang bagaimana caranya menyelesaikan suatu task atau pekerjaan yang diberikan berdasarkan data yang diberikan sebelumnya
2. Self Organization  
Sebuah JST dapat menciptakan organisasi jaringanya sendiri atau merepresentasikan kembali informasi yang diterima pada waktu pembelajaran
3. Real Time Operation  
Penghitungan atau komputasi pada JST dilakukan dengan sistem paralel, sehingga waktu operasi yang dibutuhkan sedikit



Gambar 2.4 Model Metode ANN

## 3. METODA PENELITIAN

Berikut diagram blok sistem deteksi kadar semangat hidup

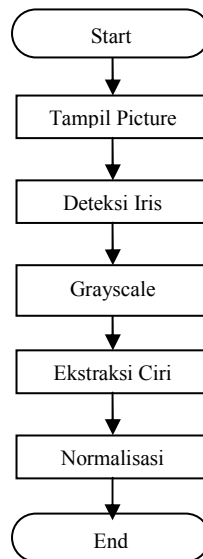


Gambar 2.5 Diagram Sistem

### 3.1 Pengolahan Citra

Proses pengambilan citra iris pada penelitian ini melalui input gambar dari file gambar (\*.BMP). Hal ini dilakukan secara *offline* yaitu tidak secara langsung mengambil gambar dari kamera. Pengambilan citra mata sebagai data input akan diproses lebih lanjut pada tahap pengolahan citra, dimana citra mata yang dimasukkan berupa citra grayscale.

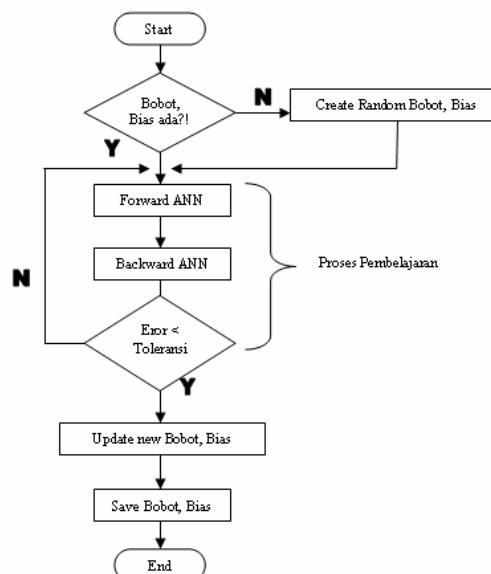
Berikut flowchart atau alur jalannya program:



**Gambar 2.6** Diagram Alir Pengolahan Citra

### 3.2 Artificial Neural Network

Inti dari program ini terletak pada proses ANNnya, dimana dengan menggunakan metode pengenalan pola berbasis ANN, diharapkan sistem mampu mengenali pola – pola yang berbeda  
Berikut jalannya alur pemrograman pada proses Artificial Neural Network



**Gambar 2.7** Diagram Alir ANN

- **Pembagian kategori Kadar Semangat Hidup**

Output kategori kadar semangat hidup sendiri terbagi atas 3 macam yaitu TINGGI, NORMAL dan RENDAH. Proses pembagian tersebut didapatkan dengan cara mencari nilai rata – rata terhadap keseluruhan kategori (TINGGI, NORMAL dan RENDAH) masing – masing, sehingga akan dihasilkan nilai rata – rata untuk tiap kategori tersebut. Dimana hasil dari perhitungan ANN akan dicocokkan terhadap nilai rata – rata tersebut, nilai yang mendekati tersebut akan menentukan kategori semangat hidup orang yang bersangkutan  
Berikut tabel yang menerangkan pembagian kategori tersebut diatas.

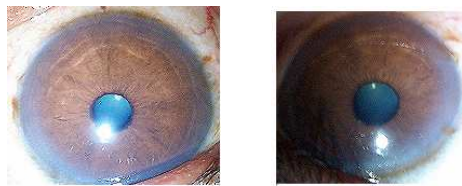
**Tabel 2.1** Pembagian Kategori berdasar Rata - Rata

Kategori	Banyaknya Data	Nilai Rata - Rata
Semangat Rendah	10	17.9 %
Semangat Normal	10	47.6 %
Semangat Tinggi	10	84.2 %

#### 4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

##### 4.1 Pengambilan Data

Citra mata yang akan diproses pada pengolahan citra diambil secara offline dan dari harddisk. Format gambar yang digunakan adalah format gambar bitmap (\*.bmp) dengan ukuran pixel 198 x 167. Contoh citra yang akan diproses ditunjukkan pada gambar 2.8



**Gambar 2.8** Contoh Gambar Mata yang diambil

##### • Prosedur Pengujian Software

Pengujian perangkat lunak dilakukan secara offline yaitu mengambil citra mata dari file gambar dalam format bitmap (\*.bmp). Pengujian yang dilakukan adalah mencari parameter – parameter dari ANN yang cocok untuk setiap pola, diantara parameter – parameter tersebut ditunjukkan pada tabel dibawah

**Tabel 4.1** Metode Pembelajaran 1

Data input	500
Hidden Layer	3
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.5
Pola	3

**Tabel 4.2** Metode Pembelajaran 2

Data input	500
Hidden Layer	5
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.5
Pola	3

**Tabel 4.3** Metode Pembelajaran 3

Data input	500
Hidden Layer	7
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.5
Pola	3

**Tabel 4.4** Metode Pembelajaran 4

Data input	500
Hidden Layer	9
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.5
Pola	3

**Tabel 4.5** Metode Pembelajaran 5

Data input	500
Hidden Layer	12
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.5
Pola	3

**Tabel 4.6** Data Pengujian Hidden Layer

Jumlah Hidden	Learning Rate	Iterasi Max	Mean Square Error	Waktu Sistem
3	0.5	4000	1.599061 E-02	1 menit 19 s
5	0.5	4000	1.334534 E-02	1 menit 43 s
7	0.5	4000	9.335112 E-03	2 menit 7 s
9	0.5	4000	6.729498 E-04	2 menit 32 s
12	0.5	4000	6.034743 E-03	3 menit 9 s

Keterangan : - Waktu sistem adalah waktu yang diperlukan sistem mulai dari pengecekan ada tidaknya file bobot dan file bias pada drive c:\ ditambah dengan waktu pembelajaran itu sendiri

Metode pembelajaran yang lain adalah memperhatikan nilai learning rate yang terdapat pada sistem. Dimana dengan nilai learning rate yang berbeda pula, maka kemampuan sistem untuk mengenali pola juga berbeda.

Berikut metode pembelajaran dengan menggunakan learning rate beserta hasilnya yang ditampilkan pada tabel

**Tabel 4.5 Metode pengujian learning rate 1**

Data input	500
Hidden Layer	9
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.1
Pola	3

**Tabel 4.6 Metode pengujian learning rate 2**

Data input	500
Hidden Layer	9
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.3
Pola	2 mata

**Tabel 4.7 Metode pengujian learning rate 3**

Data input	500
Hidden Layer	9
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.5
Pola	3

**Tabel 4.8 Metode pengujian learning rate 4**

Data input	500
Hidden Layer	9
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.7
Pola	3

**Tabel 4.9 Metode pengujian learning rate 5**

Data input	500
Hidden Layer	9
Output Layer	1
Iterasi Maximal	4000
Learning Rate	0.9
Pola	3

Hasil pembelajaran yang dipengaruhi oleh learning rate adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.10 Hasil Pengujian**

Learning Rate	Iterasi Max	MSE	Waktu Sistem
0.9	4000	6.729498 E-04	2 menit 32 s
0.7	4000	2.776019 E-03	2 menit 31 s
0.5	4000	1.133454 E-02	1 menit 43 s
0.3	4000	1.596427 E-02	1 menit 30 s
0.1	4000	2.647819 E-02	2 menit 32 s

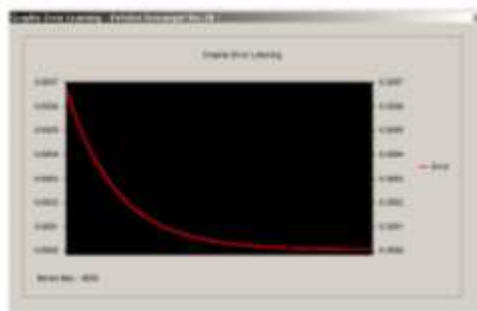
Keterangan : - Waktu sistem adalah waktu yang diperlukan sistem mulai dari pengecekan ada tidaknya file bobot dan file bias pada drive c:\ ditambah dengan waktu pembelajaran itu sendiri

Pengujian pembelajaran dengan faktor perulangan nilai iterasi yang sama yaitu 4000 kali iterasi

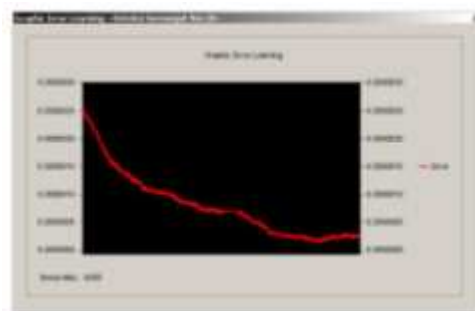
**Tabel 4.11 Hasil Uji Perulangan Iterasi**

Perulangan Iterasi	Nilai MSE
Iterasi I	6.72987 E-04
Iterasi II	2.52792 E-06
Iterasi III	2.41523 E-07
Iterasi IV	1.241573 E-07

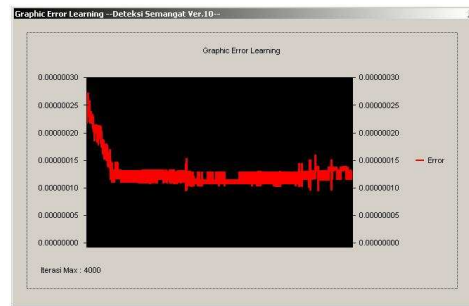
Sedangkan hasil grafik error sistemnya adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.1 Grafik Untuk Iterasi II**



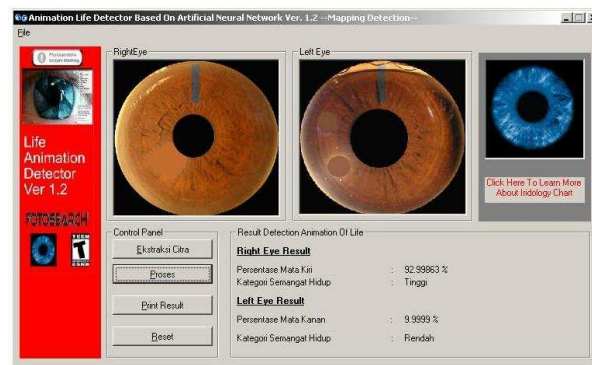
**Gambar 4.2 Grafik Untuk Iterasi III**



**Gambar 4.3** Grafik Iterasi IV

Semakin sering sistem dilearning dengan cara mengulang iterasi – iterasinya, maka nilai error MSE yang didapat akan semakin mengecil mendekati nol. Hal tersebut disebabkan karena sistem terus mencari data bobot ataupun bias yang tepat untuk pola – pola yang dilearning.

Pengidentifikasian sistem dengan pola hasil learning akan didapatkan data sebagai berikut



**Gambar 4.4** Hasil Mapping ANN dengan pola hasil learning

Tampak pada hasil uji software dengan menggunakan pola hasil learning nilai akurasinya adalah 99,997 % yaitu untuk pola mata kanan yang memiliki kadar semangat 10 %, hasil yang didapat juga 9.999999 %. Sedangkan untuk mata kiri yang memiliki kadar semangat 92 %, hasil yang didapat juga 92.98663 %  
Berikut tabel yang menerangkan hasil uji sistem dengan 30 data pola mata yang dilearning secara bersamaan.

**Tabel 4.12** Tabel Hasil Uji Sistem

Mata	Output Target (persentase)	Kategori	Output ANN
Mata 1	31%	Rendah	32.53705 %
Mata 2	23%	Rendah	23.09077 %
Mata 3	17%	Rendah	3.044777 %
Mata 4	18%	Rendah	17.9405 %
Mata 5	22%	Rendah	22.12065 %
Mata 6	12%	Rendah	11.74596 %
Mata 7	10%	Rendah	10.36505 %
Mata 8	14%	Rendah	13.54915 %
Mata 9	19%	Rendah	38.68415%
Mata 10	13%	Rendah	36.15903 %
Mata 11	43%	Normal	71.56991 %
Mata 12	47%	Normal	12.49046 %
Mata 13	55%	Normal	71.32565 %
Mata 14	45%	Normal	44.88985 %
Mata 15	32%	Normal	32.03088 %
Mata 16	67%	Normal	66.92676 %
Mata 17	54%	Normal	53.9537 %
Mata 18	37%	Normal	14.29711 %
Mata 19	34%	Normal	22.26083 %
Mata 20	62%	Normal	41.80582 %
Mata 21	93%	Tinggi	43.42487 %
Mata 22	99%	Tinggi	99.39474 %
Mata 23	79%	Tinggi	73.88771 %
Mata 24	84%	Tinggi	83.91149 %
Mata 25	74%	Tinggi	74.01801 %
Mata 26	86%	Tinggi	86.17162 %
Mata 27	97%	Tinggi	95.63835 %
Mata 28	89%	Tinggi	86.39922 %
Mata 29	71%	Tinggi	56.71056 %
Mata 30	70%	Tinggi	64.97285 %



**Tabel 4.13** Tabel Persentase Kehandalan Sistem

Kategori	Banyak Data	Dikenali	Tidak Dikenali	Persentase Kehandalan
Rendah	10	9	1	90 %
Normal	10	7	3	70 %
Tinggi	10	8	2	80 %

Pada tabel diatas kemampuan sistem masih bisa dianggap handal untuk mengenali pola mata atau data yang *dilearning* tersebut. Persentase kehandalan yang dicapai mencapai 70 % sampai dengan 90 %.

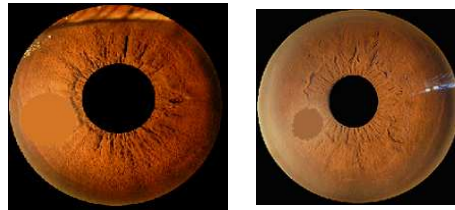
Sedangkan untuk pola non learning hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.13**

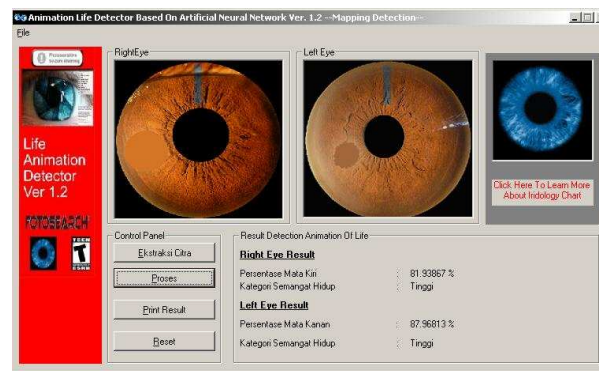
Data Pola Non Learning

Mata Kanan

Mata Kiri



Hasil yang sistem ketika dijalankan adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.4** Hasil Mapping ANN dengan pola Non learning

Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

- Bahwa pengujian sistem yang diujikan pada data non learning hasilnya adalah sesuai. Dimana dalam hal ini yang dimaksudkan sesuai adalah sistem mampu mengenali pola yang memiliki data yang berbeda namun bisa mengkategorikan pola tersebut termasuk kategori tertentu.
- Namun yang menjadi tolak ukur kadar kualitas semangat seseorang ditentukan melalui banyaknya jumlah pixel warna gelap / hitam dan terang / putih yang terdapat pada area iris. Dimana data warna pixel tersebut diolah oleh sistem dengan melakukan perhitungan terhadap bobot – bobot ataupun bias yang dimiliki oleh sistem

Berikut hasil uji sistem terhadap 20 data non learning

**Tabel 4.14** Hasil Uji Sistem Non Learning

Mata	Kategori	Output ANN
Mata 1	Tinggi	99.09471 %
Mata 2	Tinggi	66.8561 %
Mata 3	Tinggi	20.38017 %
Mata 4	Tinggi	84.41942 %
Mata 5	Normal	125.0319 %
Mata 6	Rendah	77.5013 %
Mata 7	Normal	47.87938 %



Mata 8	Tinggi	114.58848 %
Mata 9	Normal	45.47989 %
Mata 10	Normal	95.47989 %
Mata 11	Tinggi	119.4511 %
Mata 12	Normal	43.2215 %
Mata 13	Normal	37.14854 %
Mata 14	Rendah	18.63827 %
Mata 15	Tinggi	76.90063 %
Mata 16	Normal	43.6329 %
Mata 17	Normal	70.96894 %
Mata 18	Tinggi	45.79088 %
Mata 19	Tinggi	77.14121 %
Mata 20	Normal	36.64313 %

**Tabel 4.15** Hasil uji Kehandalan Sistem

Kategori	Banyak Data	Dikenali	Tidak Dikenali	Persentase Kehandalan
Rendah	2	2	0	100 %
Normal	8	5	3	62.5 %
Tinggi	9	5	4	55.6 %

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil yang telah dicapai ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Parameter-parameter metode pembelajaran yang digunakan seperti jumlah hidden layer, nilai learning rate, iterasi yang dilakukan mempengaruhi kualitas dari sistem. Dimana kualitas yang dimaksud adalah lamanya waktu pembelajaran dan hasil yang didapat pada saat pengenalan pola baik itu pola learning ataupun non learning.
2. Untuk hasil yang maksimal dalam penelitian ini digunakan parameter pembelajaran dengan jumlah hidden layer 9 node, nilai learning rate 0,9 dan iterasi max 4000 yang diulang sampai kurang lebih 3 kali iterasi sehingga didapatkan error MSE yang lebih linier dan rendah.
3. Dengan parameter-parameter pada point 2, uji coba data non-learning menunjukkan sistem berhasil mengenali kategori kadar semangat hidup berdasar pola iris yang di ujikan. Namun kadar semangat hidup sendiri ditentukan dari banyaknya pixel warna gelap dan terang yang terdapat pada area iris.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farida Sachran, 2005, *Iridology : A Complete Guide To Diagnosing Through the Iris And To Related Forms of Treatment*.
- [2] Henry Lindlahr, M.D. *Iris Diagnosis and Other Diagnostic Methods*, The Lindlahr Publishing Co., Chicago.
- [3] <http://irimeta.com/irimeta-irigology-conditions-to-consider.asp>. ( browsing September 2007)
- [4] <http://www.irisdiagnosis.net/> . ( browsing September 2007)
- [5] [http://www.doc.ic.uk/~nd/surprise\\_96/journal/vol/14/cs11/report.html#1/Introduction to neural networks](http://www.doc.ic.uk/~nd/surprise_96/journal/vol/14/cs11/report.html#1/Introduction%20to%20neural%20networks) . ( browsing September 2008)
- [6] M. Rochmad, 2006, *Pengenalan Osteoporosis Melalui Pola Iris Mata*, PENS- ITS, Surabaya.
- [7] M.Rochmad, 2006, Kemalasar, Rusiana, Pendeteksian Gejala Osteoporosis Melalui Diagnosa Iris Mata Dengan Clustering Image, penelitian PENS-ITS.
- [8] Richard P. Wildes, 1997, *Iris Recognition : An Emerging Biometric Technology*, proceeding of the IEEE, Vol. 85, No. 9.
- [9] Rahadian Hadi,, 2002, *Pemrograman Windows API dengan Microsoft Visual Basic*, Elexmedia Komputindo, Jakarta
- [10] Satis Kumar, 2004, *Neural Network : A Classroom Approach*, The McGraw-Hill Companies, New Delhi
- [11] Usman Achmad, 2005, *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*, Graha Ilmu, Yogyakarta.